

ANGELO POLUZZI (*)

ELECTRA MONOSTACHYS (BUSK): UN CHEILOSTOMA ANASCA
NELLE ACQUE COSTIERE DEL MARE ADRIATICO

(Bryozoa)

Riassunto. — *Electra monostachys* è un cheilostoma incrostante raccolto nella zona intertidale e subtidale dell'Adriatico centro-settentrionale.

Un'analisi morfologica di dettaglio ha contribuito a delineare la strategia zoariale selezionata dall'organismo per far fronte all'ambiente imprevedibile della costa.

I caratteri fondamentali riscontrati nello sviluppo della colonia sono: i) l'accrescimento multidirezionale delle branche, originato da una triade di zoidi periancestrulari; ii) l'intersezione e l'anastomosi delle branche conseguita con la cooperazione di individui polimorfici (kenozoidi); iii) la capacità di *Electra* di monopolizzare l'intero substrato con un reticolo di colonie-sorelle parzialmente fuse ai bordi delle varie falde. L'aggregazione coloniale si riscontra negli ambienti estremi ove diminuisce la presenza di organismi sessili antagonisti. I processi di autosindrome ed omosindrome sono frequentemente caratterizzati da un netto incremento nella spinosità degli zoidi periferici.

Per quanto attiene l'unità zoidale, è peculiare un rapido sviluppo dei tessuti scheletrici, un elevato potenziale blastogenetico e rigenerativo. Negli zoidi che riempiono i vuoti strutturali della colonia si riscontrano frequenti rigenerazioni della gimnocisti che sono state correlate con un accrescimento allometrico degli individui.

Abstract. — *Electra monostachys* (Busk): an anascan cheilostome from coastal waters of the Adriatic Sea (Bryozoa).

Electra monostachys is a sheet-like anascan cheilostome from intertidal and subtidal zones of western and central Adriatic Sea.

A detailed morphological analysis was carried out to outline the zoarial strategy selected by the organism to cope unpredictable nearshore environment.

The basic feature of colonial growth pattern are: i) the multidirectional growth of the branches, triggered by a triad of periancestrular zoids; ii) the intersection and anastomosis of the branches, achieved by the co-operation of polymorphic individuals (kenozoids); iii) the capability of *Electra* to monopolize the entire substrate with a network of sibling colonies partially fused at their growing edges. Colonial

(*) Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università, Via Zamboni 67, 40127 Bologna.

aggregation is found in extreme environments where spatial competition is strongly weakened. Autosyndrome and homosyndrome processes are frequently characterized by a marked increase in the spinosity of peripheral zoids.

As regard the zoidal unit, the rapid increase in skeletal tissues is supported by a high blastogenetic and regenerative potential. Repeated regenerations of the gymnocyst are found in zoids filling structural gaps of the colony and are correlated to an allometric growth of the individuals.

Il problema e le sue implicazioni.

La colonia dei Briozoi è una popolazione clonale geneticamente uniforme, formata per gemmazione asessuata da un individuo capostipite chiamato ancestrula. Nelle acque costiere poco profonde la variabilità intrapopolazionistica (cioè della colonia) appare significativamente superiore a quella interpopolazioneistica (tra differenti colonie) (SCHOPF & DUTTON, 1976). Gli ambienti a forte instabilità climatica sono infatti colonizzati da specie opportuniste (SANDERS, 1968), orientate verso l'estremo di *r*-selezione (PIANKA, 1970) e con uno sviluppo poco canalizzato; come tali presentano una variabilità che può risultare dalla « within genotype deregulation » (PACHUT & ANSTEY, 1979) piuttosto che da un elevato grado di polimorfismo genetico. Esistono nel gruppo dei *Gymnolaemata* documentazioni consistenti di un ampio spettro di variabilità intracoloniaie, sempre correlabili a particolari condizioni microecologiche. Volendo stigmatizzare la risposta fenotipica di un cheilostoma anasca vivente in ambienti a forte eterogeneità spaziale e temporale, posso citare *Conopeum seurati*, ampiamente diffuso nelle valli chiuse del delta del Po (POLUZZI, 1980). Le colonie raggiungono grande taglia (quindi il genotipo è notevolmente longevo, JACKSON & WINSTON, 1980, in stampa), combinano il morfotipo membraniporiforme, celleporiforme e pseudovinculariiforme in relazione ad effetti di costipamento della colonia stessa e di irregolarità del substrato. *Membranipora arborescens* studiata da COOK (1968) associa ai cambi del morfotipo anche variazioni statisticamente significative nelle dimensioni lineari degli zoidi.

Ammettendo dunque l'omogeneità genetica della colonia, ogni variante dello stesso stadio ontogenetico ed astogentico può rappresentare una strategia morfologica o di sopravvivenza (*sensu* JACKSON, 1979) tendente a mediare i potenziali benefici e le restrizioni imposte dall'ambiente di vita.

In questo contesto ho inserito lo studio morfologico inter-intrapopolazionistico di un cheilostoma anasca incrostante, *Electra monostachys* (Busk), ampiamente diffuso nelle acque basse dell'Adriatico centro-settentrionale. Ritengo che tale approccio possa potenziare le conoscenze biologiche dell'organismo e possa fornire elementi utili alla ricostruzione di ambienti analoghi esistiti nel passato geologico.

L'area: caratteri fisici.

I sedimenti costieri dell'Adriatico centro-settentrionale da Pescara a Rimini sono costituiti da sabbie pleistoceniche d'origine alluvionale variamente miscelate con resti di organismi marini e ridistribuite su tutta l'area dal moto ondoso e dai circuiti di corrente (VAN STRAATEN, 1965, p. 144). Dove la costa presenta pendici terrazzate o risulta tagliata a falesia, una esile striscia di spiaggia ciottolosa borda la costa in tutta la sua lunghezza.

La circolazione fondamentale del bacino risulta costituita da correnti di gradiente; anche se non è possibile estrapolare dai circuiti generali (v. NELSON, 1970, 1973; PICOTTI, 1960) le situazioni locali relative ai campioni trattati nella presente ricerca (Tab. 1; Fig. 1 testo), si nota che: 1) la velocità media delle correnti di gradiente è relativamente bassa (20 cm. sec^{-1} , ZORE-ARMANDA, 1968), ma sussistono possibilità di rinforzo in corrispondenza dei venti dominanti (fino 150 cm. sec^{-1} ad Ancona) e/o dalla discarica nel bacino di acque dolci d'origine fluviale (fino 250 cm. sec^{-1} a Rimini, NELSON, 1970, p. 8); 2) in generale la fascia strettamente costiera rappresenta un sistema ad elevata energia idrodinamica; ogni variazione dello stato del mare comporta processi di rimozione, trasporto e rideposizione dei sedimenti. La concentrazione di nitriti, ammoniaca, fosforo totale, fosforo ortosfato d'origine antropica e fluviale può raggiungere livelli critici per la vita dei bentonici, ma ha carattere fortemente transitorio per il continuo ricambio esistente nell'area (v. Rapporto finale sull'eutrofizzazione delle coste emiliano-romagnole, AUTORI VARI, 1977).

In ordine alle caratteristiche termoaline, i valori di temperatura delle acque antistanti Fano, rilevati in sequenza cronologica su un arco di 21 anni (SCACCINI & PICCIONETTI, 1967), forniscono medie annue di $15,8^{\circ}\text{C}$, con minimi di $6,4^{\circ}\text{C}$ nei mesi invernali (Gennaio) e massimi di 25°C in estate (Luglio-Agosto). La salinità ha valori medi annui del $33,6\text{‰}$, un minimo in Dicembre ($31,9\text{‰}$) e un massimo in Agosto ($35,6\text{‰}$). Le maree, infine, hanno ritmo semidiurno, una escursione media di 45 cm alla sigizie e di circa 15 cm alle quadrature. Le condizioni meteomarine e fisiografiche possono modificare localmente il livello di alta e di bassa marea (*ibid.*, p. 10).

I campioni studiati.

Le due specie di Briozoi cheilostomi membraniporiformi delle acque litorali (zona intertidale e subtidale alta) sono l'anasca *Electra monostachys* (Busk) e lo ascoforo *Cryptosula pallasiana* (Moll). In generale la

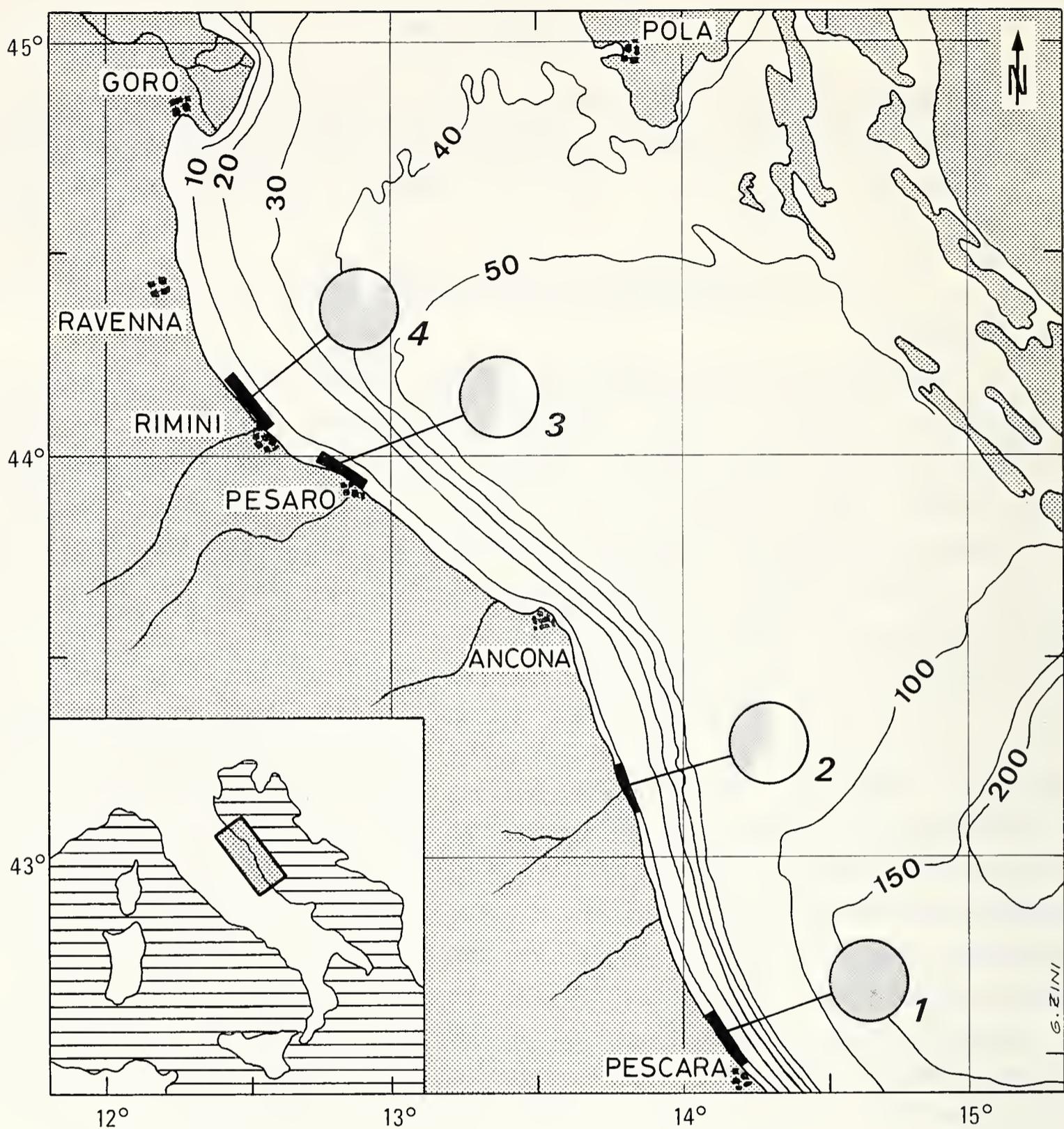


Fig. 1. — Ubicazione dei 4 campioni studiati. Il tratto nero indica approssimativamente l'estensione areale dei vari prelievi; i circoletti, le percentuali relative di *Electra monostachys* (BUSK) e di *Cryptosula pallasiana* (MOLL), i due Briozoi incrostanti tipici dell'area in esame. Il grisée indica la percentuale relativa di *E. monostachys*, il bianco la percentuale relativa di *C. pallasiana*.

prima specie ha una leggera preminenza sulla seconda (Fig. 1). I dati relativi alle stazioni di raccolta dei Briozoi (circa 3000 esemplari in gran parte appartenenti a *E. monostachys*) figurano in Tabella 1. Un breve commento ai campioni può servire ad illustrare i biota d'origine e le osservazioni morfologiche e funzionali esposte nei paragrafi successivi.

TABELLA 1. — Ubicazione e caratteristiche dei campioni studiati.

Camp.	Località	Prof. (m)	Supporto	Prelievo	Campionat.
1	Alba Adriatica - Pescara	3.0-10.0	Fronde vegetali	Estate 1979	—
2	Porto S. Giorgio	3.0	Molluschi pelecipodi della biocenosi delle sabbie fini superficiali (SFS)	Estate 1975	Sommoz.
3	Gabicce-mare - Pesaro	0.15-1.0	Ghiaie e ciottoli al piede della costa a falesia	Estate 1976	Sommoz.
4	Torre Pedrera - Rimini	0.15-1.0	Aggregati di policheti tubicoli sui pennelli litorali	Estate 1974	Sommoz.

Campione 1. - I Briozoi sono epifiti sulle foglie e sui rami d'Alloro (*Laurus nobilis* L.) e di Pino domestico (*Pinus pinea*) che i pescatori pongono entro le nasse adibite alla cattura delle seppie; le fronde costituiscono un supporto indispensabile alla fissazione delle uova (la cosiddetta « uva di mare »). Le nasse vengono messe a mare i primi d'Aprile e recuperate a fine Giugno. Segnalate in superficie da apposite boe, poggiano su fondali sabbiosi compresi tra i 3 e i 10 m. Allo scopo di essere liberate dalle prede, le reti vengono salpate una o due volte al giorno e rimesse in stazione dopo una esposizione più o meno prolungata agli agenti atmosferici.

La condizione di elevato stress fisiologico limita il popolamento dei Briozoi alla sola specie di cheilostomi *E. monostachys*. La densità relativa (n.ro di zoari/unità di superficie) appare comunque molto elevata, tanto che tutti i supporti disponibili sono incrostati senza soluzione di continuità. Le colonie sono di media taglia, unilamellari, spesso aggregate per omosindrome (fusione tra parti di differenti colonie, KNIGHT-JONES & MOYSE, 1961).

Campione 2. - Prelevato a circa 2 m di profondità. Le caratteristiche granulometriche dei sedimenti di fondo e l'associazione dei molluschi pelecipodi, indicano la classica *Biocenose des Sables Fins Superficiels* (SFS) *sensu* PERES & PICARD (1964). *Electra* e *Cryptosula* si ritrovano in proporzioni quasi uguali all'interno dei gusci vuoti di *Chamelea galina*, *Mactra corallina* ed *Ostrea* sp.

Campione 3. - Raccolto a piccola profondità (0,15-1,0 m) nel tratto di mare compreso tra Pesaro e Gabicce. I fondali sono ricoperti da ghiaie e ciottoli appiattiti e derivati in gran parte dall'abrasione marina dei sedimenti della costa a falesia (Flysch argilloso arenaceo d'età tardo-messiniana, CARLONI *et al.*, 1974). La biocenosi insediata

sui fondali ghiaiosi annovera le due specie di cheilostomi *E. monostachys* e *C. pallasiana*, entrambe ad habitus incrostante e unilamellare. La taglia degli zoari appare sovente ridotta per la presenza di numerosi competitori spaziali, quali policheti sedentari, pelecipodi (Mitili e Ostree), cirripedi e feltri di alghe ulvaccee e corallinacee. Durante le forti escursioni di marea i due Briozoi tollerano emersioni anche prolungate senza apparenti fenomeni degenerativi a livello zoariale o dei singoli zoidi.

Campione 4. - Proviene dai pennelli litorali che difendono dall'erosione le spiagge romagnole a nord di Rimini. *E. monostachys* e *C. pallasiana* incrostanto aggregati di serpulidi ed altri policheti tubicoli agglutinanti (*Sabellaria alveolata?*), insediati sulle superfici polite dei massi litorali. Probabilmente tra Anellidi e Briozoi ricoprenti sussiste un mutualismo che migiora la coesione e la resistenza dell'intera struttura (cf. SOULE & SOULE, 1972, p. 91). La stessa associazione è già stata segnalata da STEFANON (1969) come « fouling community » nei blocchi rocciosi sommersi al largo delle coste venete (p. 82, f. 6). Nel *ns.* campione le colonie di *Electra* 1) formano complesso mosaico frequentemente collegato per omosindrome; 2) possono svilupparsi in serie irregolarmente spirilate attorno al bisso dei molluschi o ai filamenti algali emergenti dal substrato (Tav. 3, Fig. 6).

I quattro campioni forniscono un quadro sufficientemente significativo delle associazioni litorali dei Briozoi cheilostomi in quanto rappresentano situazioni-tipo, riconoscibili anche in altri punti della costa adriatica e dipendenti in gran parte dalla disponibilità dei substrati.

I dati morfologici.

1. FORMA E DIMENSIONE DELLO ZOIDE.

E. monostachys è ascrivibile al morfotipo delle cellularine di CHEETHAM (1971). Lo zoide è piriforme (molto simile ai protocheilostomi giuresi di POHOWSKY, 1973) e dotato di una elevata plasticità fenotipica (v. ad es. Tav. II, Fig. 7 ove gli individui appaiono tutti compressi lateralmente). Il muro frontale si calcifica in direzione prossimale per formare una criptocisti allungata, stretta e priva di perforazioni; lascia posto nella metà superiore dello zoide ad una membrana frontale con opercolo fornito di scleriti marginali; sviluppa sul margine laterale e prossimale una corona di 3-7 spine tubulari inclinate verso il centro dell'opesium (v. voce « spinozoidi »); si proietta verso l'interno dello zoecio con una espansione anulare rinforzata da una criptocisti con doppia o tripla fila di granulazioni (Tav. III, Fig. 1). Il muro basale è laminare e facilmente deformabile dalle rugosità del substrato (Tav. III, Fig. 3). Accanto agli zoidi ordinari, la cui variazione morfometrica è descritta ai momenti statistici di Tabella 2, sono da segnalare:

TABELLA 2. — Dati biometrici di *E. monostachys* (Busk). Lz = lunghezza zoide; lz = larghezza zoide; Lop = lunghezza opesio; lop = larghezza opesio. n°. m. = numero misure; e. m. = estremi della media; \bar{m} = media delle misure; s = deviazione standard; V% = coefficiente di variazione percentuale. Tutte le misure sono espresse in millimetri.

	n°. m.	e. m.	\bar{m}	s	V%	Tipo di zoide
Lz	20	0.43-0.63	0.55	0.06	10	
lz	20	0.20-0.27	0.24	0.02	8	Autozoidi
Lop	20	0.25-0.42	0.36	0.05	14	(branche
lop	20	0.16-0.20	0.18	0.01	6	incrostanti)
Lz	20	0.46-0.74	0.65	0.08	12	
lz	20	0.20-0.30	0.25	0.03	12	Autozoidi
Lop	20	0.26-0.44	0.36	0.06	17	(branche
lop	20	0.17-0.22	0.19	0.02	11	erette)
Lz	4	0.59-0.68	0.65			
lz	4	0.36-0.51	0.40			Macrozoidi
Lop	4	0.46-0.54	0.51			
lop	4	0.30-0.46	0.35			
Lz	20	0.12-0.41	0.24	0.08	33	
lz	20	0.08-0.19	0.13	0.03	23	Kenozoidi
Lop	20	0.08-0.29	0.15	0.06	40	
lop	20	0.05-0.14	0.08	0.03	38	

a) *Zoidi delle branche erette* (Tav. III, Fig. 6). - Avvolgono i filamenti algali e il bisso dei molluschi (v. « campioni ») in serie longitudinali irregolarmente verticillate. La gimnocisti subisce un forte stiramento con aumento complessivo della taglia dell'individuo. A somiglianza di *Membranipora arborescens* studiata da COOK (1968, p. 124), le dimensioni lineari degli zoidi di *Electra* presentano due classi modali distinte quando si passi dalle fronde incrostanti alle fronde erette della stessa colonia (v. anche JACKSON, 1979, p. 537).

b) *Zoidi teratologici* (Tav. II, Fig. 4). - Si generano per probabile fusione del cistide (strati cellulari + strati scheletrici) di due zoidi adiacenti. Piuttosto rari, risaltano per la loro forma sigmoide. JEBRAM & VOIGT

(1977) ammettono che all'origine di tali anomalie esistano lesioni, rigenerazioni totali e restrizioni spaziali. Delle tre cause l'ultima è quella che meglio spiega le particolarità osservate nei *ns.* esemplari.

c) *Macrozoidi* (Tav. II, Fig. 5). - Di taglia maggiore dei normali zoidi (Tab. 2), hanno un opesium suborbicolare e una gimnocisti fortemente compressa. Sono lo zoide capostipite di una nuova branca, intercalata tra due branche divergenti. COOK (1979) si è occupata del problema degli zoidi eteromorfi mettendo in chiaro che in assenza di comportamenti specifici, di morfologie specializzate o prodotti della riproduzione, è praticamente impossibile riconoscere il ruolo che tali unità svolgono all'interno della colonia (p. 208). Senza voler azzardare nessuna ipotesi funzionale sui « macrozoidi » di *Electra*, mi limito a ricordare che nei Briozoi Trepostomi dell'Ordoviciano (es. *Dekaya* sp.) ogni monticolo porta uno zoide monarca o *pseudoancestrula*, che costituisce un punto d'origine per ogni nuovo campo morfogenetico specifico (PACHUT & ANSTEY, 1979).

2. ASTOGENESI (SVILUPPO DELLA COLONIA).

I cambi astogenetici riguardano essenzialmente la variazione morfologica e il tipo di gemmazione dei singoli individui costituenti la colonia (BOARDMAN *et al.*, 1969, p. 302).

Negli esemplari di *E. monostachys* del *ns.* camp. 1, la zona primaria di cambio astogenetico (BOARDMAN, 1969, p. 179) inizia da una singola ancestrula piriforme con terminazione caudale libera e leggermente espansa (Fig. 2 A). Dall'ancestrula si sviluppano in tempi successivi una coppia di zoidi latero-prossimali ed uno zoide medio-distale, con direzioni di gemmazione di 120° (si notino le strette analogie con lo stadio neanico di *E. pilosa* come presentata da ATKINS, 1955, fig. 2 b-c). Ciascuno degli individui primari genera in posizione latero-distale una triade di zoidi in cui l'elemento mediano è un autozoide ordinario (cioè forma una sola gemma) e i due laterali sono zoidi biforcanti (*sensu* BANTA & HOLDEN, 1974) con gemmazioni binarie. La successiva zona primaria di ripetizione astogenetica segna l'espansione delle file longitudinali di zoidi in tutte le direzioni del piano. A livello individuale permane un elevato gradiente morfologico e dimensionale che tende a stabilizzarsi attorno alla decimadicesima generazione (= zoidi gemmati in linea diretta dall'ancestrula). Le branche multiseriali si intersecano secondo angoli diversi, dando luogo ad autosindrome (fusione completa delle singole parti, KNIGHT-JONES & MOISE, 1961) o a parziale sovrapposizione delle due falde (Fig. 2 B testo; Tav. II, Fig. 2; Tav. I). In entrambi i casi aumenta la densità dei kenozoidi periferici la cui natura modulare (cf. VERMEIJ, 1970) consente il raccordo

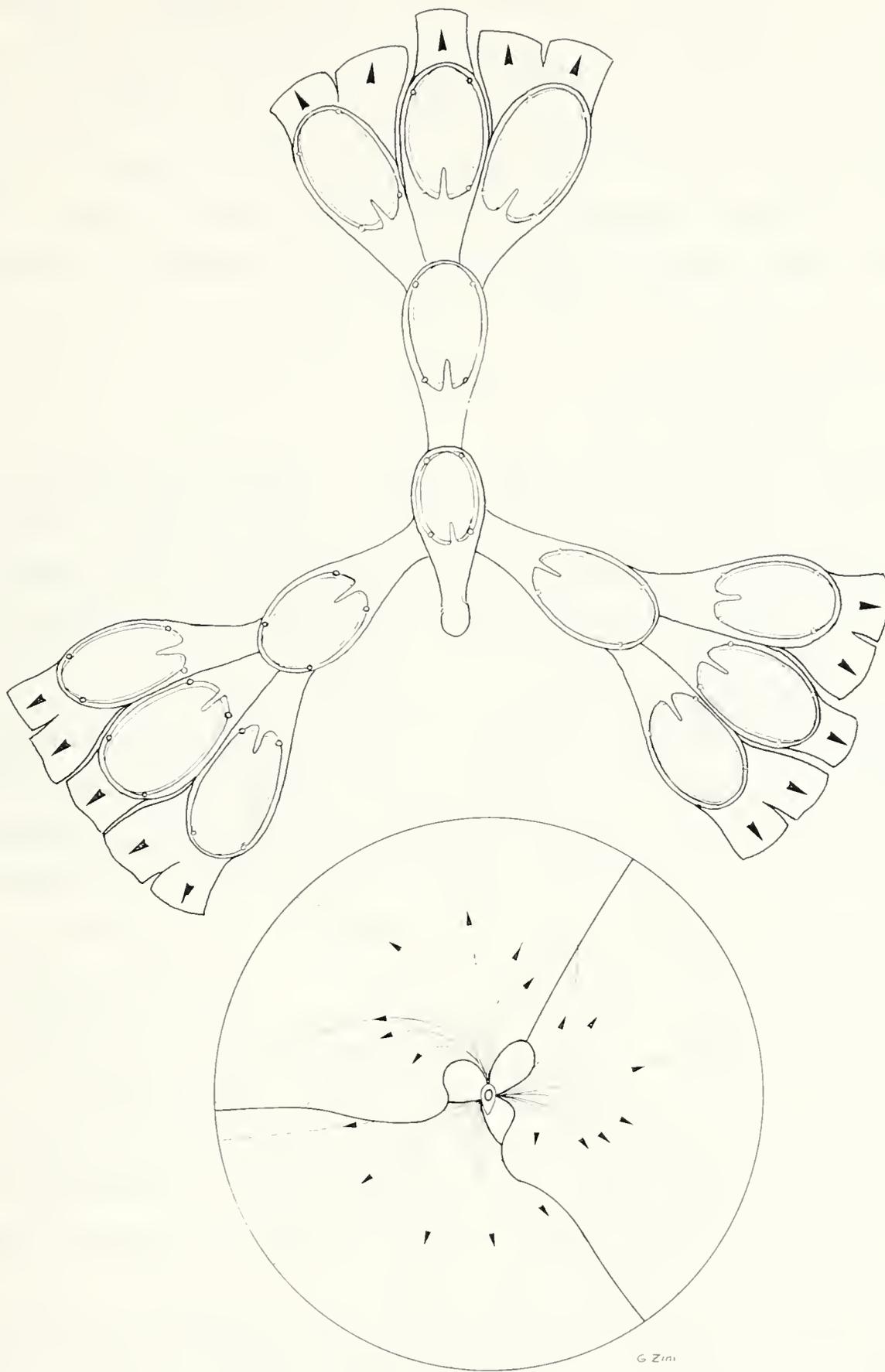


Fig. 2. — A (in alto): ancestrula e prime tre generazioni zoidali (per semplicità la terza generazione è rappresentata da individui troncati a livello della gimonocisti). Si noti la triade di zoidi periancestrulari disposti approssimativamente ad angoli di 120° e la loro gemmazione ternaria. B (in basso): rappresentazione schematica dello stadio neanico di *E. monostachys* con tre branche che prendono origine dalla triade di zoidi periancestrulari. Al centro figura l'ancestrula, mentre le frecce indicano le direttrici principali di accrescimento. Si noti la sovrapposizione parziale delle branche seguita da completa autosindrome.

tra le diverse parti della colonia (cf. POLUZZI, 1980, p. 114). Lo zoario assume così il caratteristico aspetto orbicolare-compatto, occasionalmente lobato ai bordi, comune a tutti gli esemplari presenti in Collezione (Tav. II, Fig. 2). Secondo WINSTON (1976), negli incrostanti tale forma è una risposta fenotipica ad un regime nutrizionale particolarmente favorevole. Nel caso di limitate risorse trofiche si hanno infatti branche mono-pauci-seriali in disposizione raggiata, gemmate solo lungo gli assi principali di sviluppo (cf. descrizione di *E. monostachys* di RYLAND & HAYWARD, 1977, p. 68).

3. INDIVIDUI POLIMORFICI.

Nei Briozoi incrostanti di mare piccolo vengono privilegiati gli zoidi anatomicamente completi (autozoidi) contro gli individui incapaci di riproduzione sessuata o di trofismo autonomo (eterozoidi o polimorfi). Infatti il morfotipo membraniporiforme è soggetto a ricoprimento da parte di numerosi competitori spaziali (cf. STEBBING, 1973) ed è altamente vulnerabile agli apporti sedimentari di qualsiasi tipo (LAGAAIJ & GAUTIER, 1965; CHEETHAM, 1971). La necrosi o la frantumazione dei tessuti superficiali e scheletrici può interessare interi distretti della colonia e limitare la produzione delle larve a pochi individui isolati. In tal modo la presenza di polimorfi riduce notevolmente la probabilità che uno zoide sopravvissuto sia in grado di liberare gameti ed effettuare la riproduzione sessuata (JACKSON, 1979, p. 537).

Anche nelle forme incrostanti delle acque costiere dell'Adriatico ci si può attendere un basso livello di polimorfismo che in *E. monostachys* si manifesta esclusivamente con la presenza di spinozoidi e di kenozoidi (*kenòs* = vuoto, per accentuare alla dipendenza trofica dagli autozoidi). Tra questi ultimi sono inclusi sia i collegamenti interzoidali (septula e dietellae), che gli eterozoidi intercalari o marginali ai normali autozoidi.

a) *Spinozoidi*. - Sono le spine che accompagnano lo zoide dei *Gymnolaemata*. Il concetto della natura zoidale delle spine è stato introdotto da SILEN (1942) e confermato in seguito da numerosi Autori. Nel gruppo delle *Electridae* questa circostanza sembra smentita in quanto BOBIN (1968) e LUTAUD (1973) hanno fornito prove che le spine di *E. pilosa* altro non sono che proiezioni cave della gimnocisti leggermente inflesse verso la membrana frontale. A suffragio della tesi di SILEN si può notare che nella specie dell'Adriatico le spine hanno una strozzatura alla base del lumen, interpretabile come un poro di comunicazione e una terminazione apicale tronca forse omologa all'opesium degli Anasca. I due particolari sono riscontrabili in quasi tutte le foto eseguite al S.E.M. (v. Tavole III e IV).

Nella configurazione-tipo di *E. monostachys* si ha una spina maggiore medio-prossimale e una-tre spine bilaterali sui bordi murali. Più frequenti gli zoidi armati complessivamente di cinque spine (Tav. II, Fig. 8).

Secondo STEBBING (1973) le spine svolgono prevalentemente un ruolo di difesa passiva che consiste nel prevenire il ricoprimento di altri organismi sessili in competizione spaziale con la colonia. Negli esemplari del *ns. camp. 1*, ove *E. monostachys* ha carattere esclusivo (par. « campioni »), gli spinozoidi si addensano alla periferia delle branche dello stesso zoario che si intersecano ad angoli acuti di 75° (Tav. II, Fig. 8). In questo caso l'erezione della barriera di spine sembra preliminarmente all'incontro delle due branche, al fine di evitare sovrapposizioni o interazioni comunque negative. La distribuzione non uniforme degli spinozoidi è forse correlabile col gradiente fisiologico della colonia (BRONSTEIN, 1939) e ristretta agli zoidi periferici dotati di maggior capacità di gemmazione.

Un incremento della spinosità è segnalato anche in corrispondenza delle zone di fusione di due colonie omospecifiche adiacenti.

b) *Kenozoidi*. - Nel gruppo dei kenozoidi si distinguono due morfe: zoidi troncati normalmente all'asse di allungamento e coalescenti con i muri laterali di un autozoide (Tav. II, Fig. 1), minuscoli individui con operisium orbicolare o lanceolato (Tav. II, Fig. 7). In entrambi i casi è peculiare l'assenza del polipide e di strutture opercolari (cf. POWELL & COOK, 1966).

Il pensiero moderno (SILEN, 1977) accentua l'aspetto funzionale dei kenozoidi, riconoscendone la completa vicarianza con i normali autozoidi, la facoltà di gemmare a loro volta e il ruolo di consolidamento che essi svolgono all'interno della colonia. Questi attributi si riscontrano anche in *E. monostachys* e discendono da un elevato grado di cooperazione che si sviluppa tra lo zoide e il suo polimorfo. I kenozoidi infatti si addensano elettivamente lungo le linee di fusione di parti della stessa colonia (auto-sindrome) (Tav. II, Fig. 1) o di colonie diverse (omosindrome); sono presenti come gemma terminale nelle file di zoidi che si estinguono (Tav. II, Fig. 7); compaiono come elementi di interconnessione nei punti di disordine strutturale o di deformazione della lamina zoariale. Possono inoltre accrescersi in coppia all'interno di zoidi primari totalmente degenerati (Tav. III, Fig. 5).

c) *Interzoidi*. - Sono le strutture che collegano i vari compartimenti della colonia e che vengono comunemente designate col nome di septula e dietellae. Attraverso le piastre porose degli interzoidi passano le terminazioni parietali del funiculus, un sistema ad elevata complessità tissulare, responsabile della distribuzione generale dei metaboliti e dei nutrienti (v. BOBIN, 1977).

In *E. monostachys* la morfogenesi di una nuova gemma inizia sempre da una dietella, una piccola camera marginale comunicante con la cavità cistidiana dell'autozoide a mezzo di un sistema di due-tre piastre multiporose. Ciascuna di esse porta una ventina di pori ed è calata al fondo di una leggera depressione della parete laterale (Tav. III, Fig. 3; Fig. 3 B).

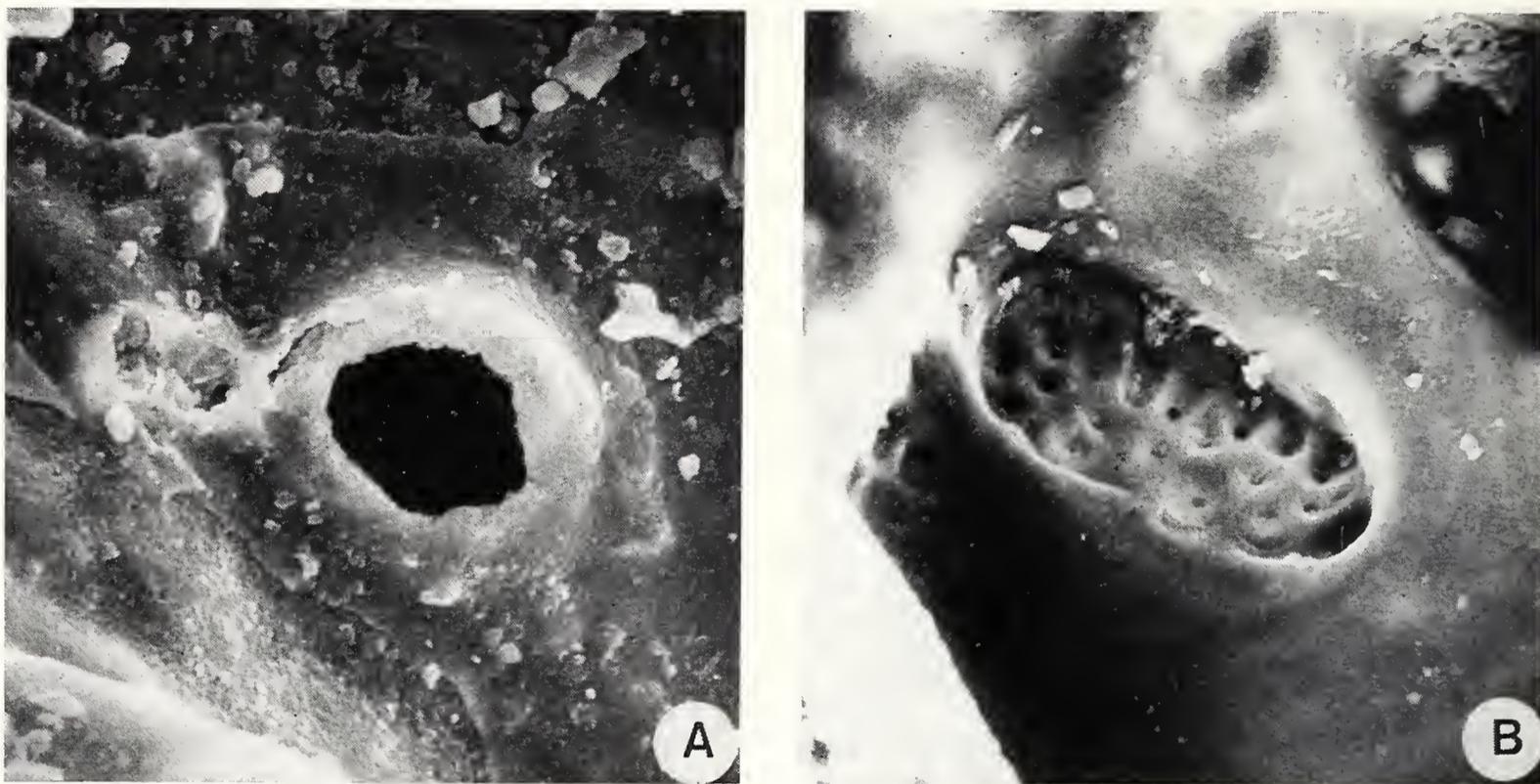


Fig. 3. — Organi di comunicazione di *E. monostachys* sui muri laterali visti dall'interno dello zoide. A: septulum uniporoso in posizione latero-prossimale circondato da un'intumescenza del tessuto calcareo. B: piastra multiporosa di una dietella in posizione latero-distale (400 \times).

Ogni dietella dello zoide-padre costituisce di fatto la parte prossimale dello zoide-figlio; come nota RYLAND (1979), la permanenza di tali strutture come kenozoidi discreti è transitoria e cessa quando l'individuo neoformato è fisiologicamente completo (p. 219).

Gli zoidi terminali di serie che si estinguono possono collegarsi lateralmente a mezzo di dietelle-ponte (Tav. III, Fig. 4), molto simili a quelle riscontrate da BOBIN & PRENANT (1960) nelle culture sperimentali di *E. verticillata*.

Il secondo tipo di interzoidi di *E. monostachys* sono i septula. Costituiti da un unico poro circondato nel lato abanulare da una guarnizione calcarea (Fig. 3 A) possono perforare i muri singoli delle fronde erette (Tav. III, Fig. 6), oppure i muri accoppiati delle branche incrostanti (Tav. III, Fig. 1 e 2). Il loro numero (in media 2 per lato), il lumen (diametro fino a 47 μ), le loro posizioni estreme, possono variare a seconda che gli zoidi siano disposti in file quinconciali oppure irregolarmente alter-

nanti (cf. *E. pilosa* (L.) studiata da SILEN, 1944, p. 460, fig. 30-36). L'alto grado di comunicazione di *E. monostachys* consegue alla presenza dei kenozoidi che, non essendo in possesso di un trofismo autonomo, richiedono un costante trasferimento di nutrienti dai vicini autozoidi (COOK, 1979, p. 195).

4. GEMMAZIONE E RIGENERAZIONE.

L'elevato potenziale blastogenetico di *E. monostachys* si manifesta, su un piano strettamente morfologico, con:

a) *Gemmazioni dei muri laterali*. - Nelle serie quinconciali regolarmente alternanti le gemmazioni singole, binarie e ternarie iniziano da una dietella e sono ristrette all'arco latero-distale dello zoide (v. pag. precedenti). Nei punti di disordine strutturale dello zoario la gemmazione viene estesa all'intera zona latero-prossimale (cf. SILEN, 1944, p. 456), occupata normalmente da una fila di septula uniporosi; un caso particolare di questo tipo di sviluppo è forse rappresentato dalle gemme « suprazoidali », accresciute sul frontale degli zoidi primari (Tav. II, Fig. 6). La gimnocisti è fortemente rigenerata, tubolare e pedunculata alla base; questa espansione sembra emergere dalla cuticola intercalare in corrispondenza di uno o più septula uniporosi (Tav. IV, Fig. 1 e 4).

b) *Rigenerazioni multiple dei tessuti gimnocistali*. - Presenti negli zoidi dei distretti periferici e/o in quelli « suprozoidali ». Il tessuto scheletrico della gimnocisti appare costituito da numerose lamine fortemente calcificate ed embricate tra loro. Tali rigenerazioni sono forse da collegare con un accrescimento allometrico (la parte si sviluppa più velocemente dell'intero corpo zoeciale) conseguente alla necessità di riempire spazi vuoti (Tav. II, Fig. 9) o intercettare branche vicine (Tav. II, Fig. 3).

c) *Zoidi totalmente rigenerati*. - Si formano entro la teca di uno zoide preesistente nella stessa morfa d'origine, oppure in una morfa diversa (es. un autozoide è sostituito da un kenozoide). Si presentano associati in piccoli gruppi con una distribuzione apparentemente casuale. Le rigenerazioni totali sono note in letteratura (LEVINSEN, 1907; BUCHNER, 1918; CANU & BASSLER, 1920; BORG, 1926...) e possono spiegarsi col « reparative budding » di BANTA (1969). Il processo inizia dalla totale obsolescenza di uno o più polipidi della stessa colonia per cause prevalentemente esogene (predazione selettiva di molluschi doridacei, picnogonidi..., v. RYLAND & HAYWARD, 1977). In un tempo successivo gli zoeci che bordano lo zoecio morto iniziano la produzione di varie gemme; queste si espandono verso l'esterno delle septula, si anastomizzano con

altre gemme confluenti e sviluppano entro la teca zoeciale vuota un autozoide completamente nuovo (*ibid.*, p. 160). Il modello di BANTA non spiega tuttavia perché nei *ns.* esemplari alcuni autozoidi vengano rigenerati con due individui distinti, spesso con polarità invertita, capaci a loro volta di produrre nuove serie sovrapposte alla lamina primaria (Tav. IV, Fig. 2; Tav. IV, Fig. 5), e perché alcune gemme rigenerate siano emanate dall'estremità prossimale di un unico zoide-padre, totalmente sprovvisto di organi di comunicazione permanenti (Tav. IV, Fig. 3).

Per tutte le strutture descritte non può essere fornita alcuna interpretazione morfogenetica che non sia documentata da un'analisi istologica di dettaglio.

Relazioni interzoeciali.

I rapporti tra le colonie di *E. monostachys* risultano con particolare evidenza in quei campioni ove la tessitura del substrato (es. aggregati di policheti tubicoli agglutinati sabbia e detriti, *ns.* camp. 4) e/o l'ambiente fisico (es. continue variazioni batimetriche, *ns.* camp. 1) attenuano od eliminano la pressione dei competitori spaziali. In questi casi tutto il substrato appare uniformemente incrostato da un reticolo di colonie unilamellari, in rapporti di stretta contiguità spaziale. La superficie di una colonia si aggira sui 40 cm² (quindi la taglia è medio-grande) e il suo sviluppo si arresta non appena incontra una colonia della stessa specie. Lungo le linee periferiche di contatto si può avere: 1) erezione e caotizzazione delle due falde; 2) sovrapposizione parziale di una falda all'altra; 3) omosindrome. Dai dati sperimentali di HUMPHRIES (1979) su *Parasmittina nitida*, si è autorizzati a pensare che il substrato sia incrostato progressivamente da colonie con stretti vincoli di parentela, derivate da comuni zoidi-progenitori. Evidentemente ai bordi della colonia si susseguono reazioni di istocompatibilità legate alle particolari condizioni fisiologiche dei singoli zoidi. La continuità organica delle due parti fuse è inoltre assicurata dalla formazione di un nuovo sistema di septula perforanti i muri verticali degli zoidi adiacenti (*ibid.*, p. 210).

Conclusioni.

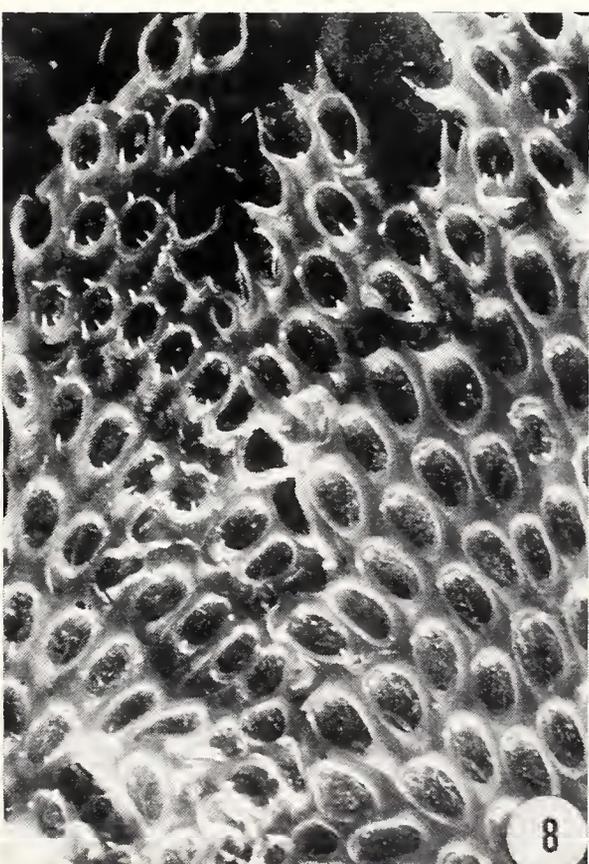
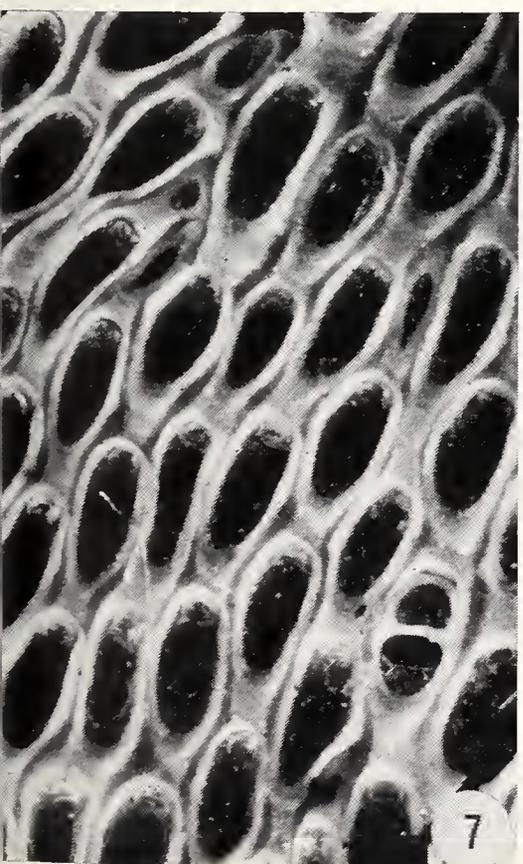
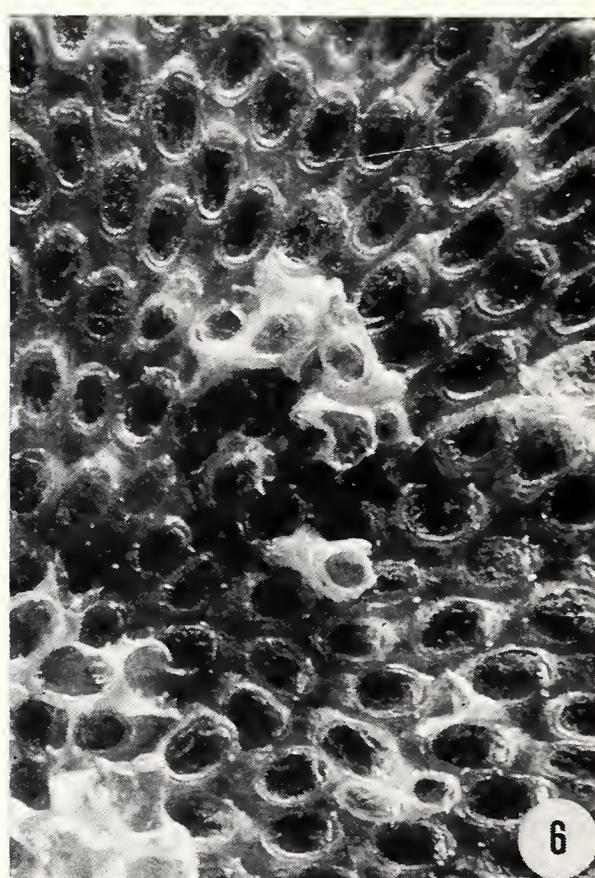
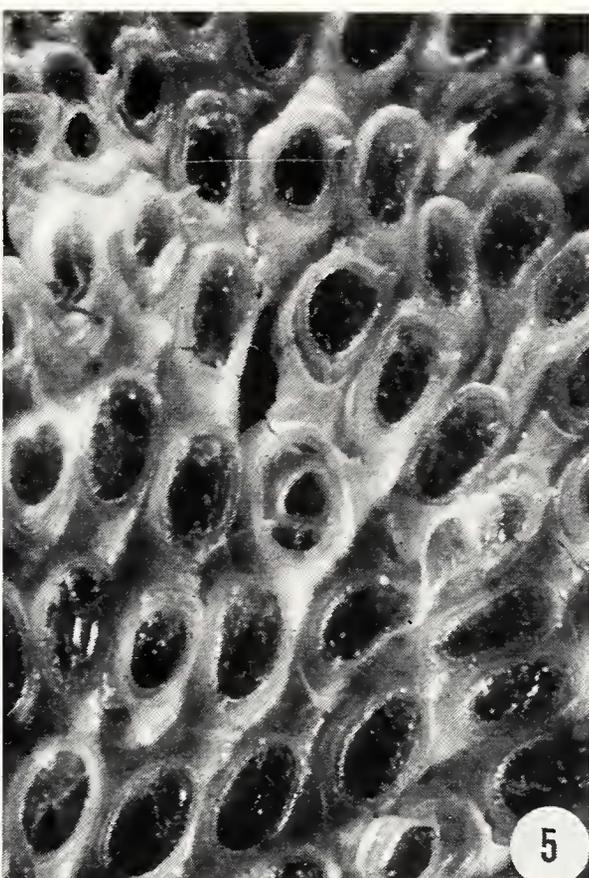
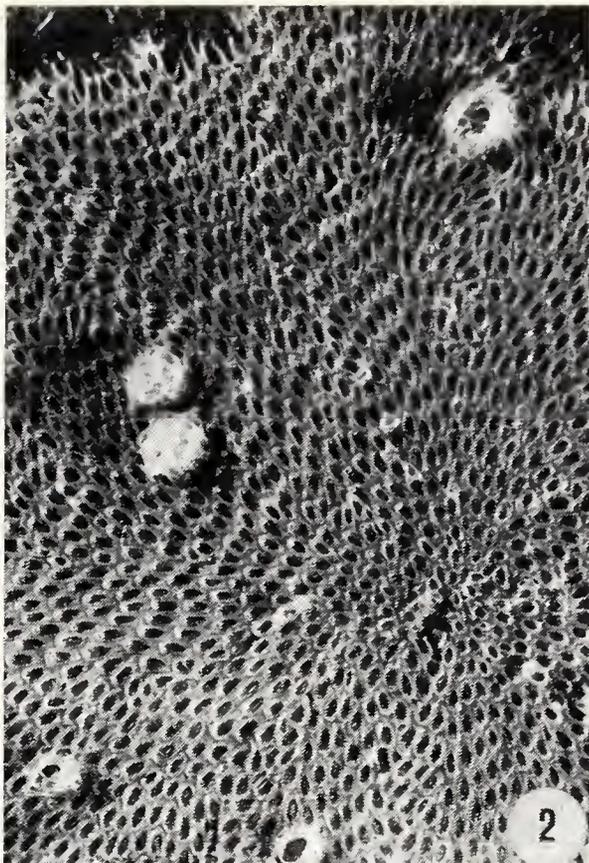
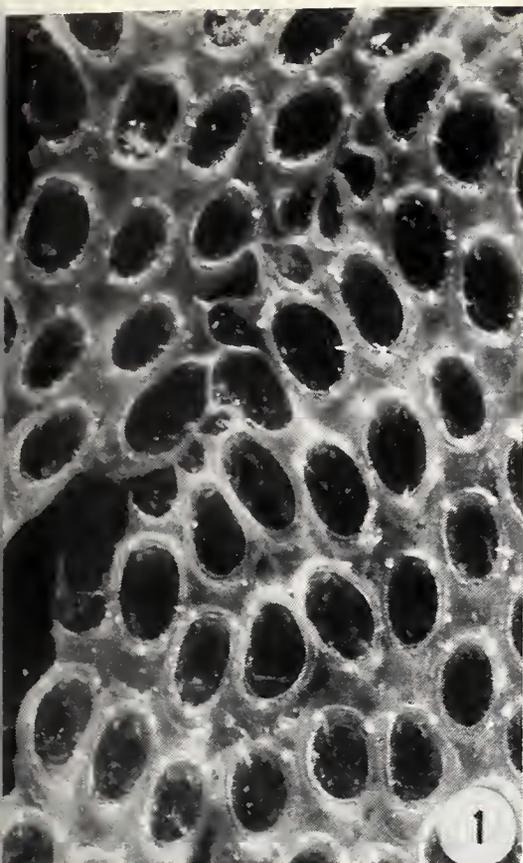
Electra monostachys è un cheilostoma anasca ad habitus membrani-poriforme raccolto nelle acque costiere (zona inter-subtidale) dell'Adriatico centro-settentrionale. L'ambiente di vita è tipicamente instabile, eutrofizzato, carente di substrati solidi utili all'insediamento di organismi coloniali.

Stadio neanico dello zoario di *E. monostachys*. Al contatto delle varie branche si notano fenomeni di completa fusione e di sovrapposizione parziale (35 ×).



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

- Fig. 1. — Autosindrome di due branche, con addensamento di kenozoidi lungo la linea di fusione. Tali polimorfi si presentano come zoidi troncati normalmente all'asse di allungamento e anastomizzati con la branca adiacente; oppure come individui interi, di piccola taglia, provvisti di un opesium lanceolato o suborbicolare (30 ×).
- Fig. 2. — Colonia unilamellare di forma orbicolare-compatta, lobata ai bordi. Ai vari stadi di sviluppo si osservano sovrapposizioni parziali delle branche (v. anche Fig. 8) e piccoli epibionti completamente incorporati dalla colonia. Quest'ultimo fatto accentua le doti di competitore spaziale di *Electra* (5 ×).
- Fig. 3. — Rigenerazioni multiple della gimnocisti di zoidi priferici. Gli zoidi delle file interne sono caratterizzati da forti calcificazioni secondarie (35 ×).
- Fig. 4. — Zoide teratologico intercalato tra due file normali di autozoidi. In posizione prossimale e distale figurano due piccoli kenozoidi. Il kenozoide distale genera un normale autozoide (40 ×).
- Fig. 5. — « Macrozoide » capostipite di due serie longitudinali di autozoidi. L'individuo appare fortemente calcificato e rigenerato con un kenozoide (35 ×).
- Fig. 6. — Gemmazione « suprazoidale ». Gli zoidi si accrescono sul frontale degli individui della lamina primaria e tendono ad aggregarsi in masserelle variamente caoticizzate (+ Tav. IV, Fig. 1 e 4) (25 ×).
- Fig. 7. — Branca fortemente rastremata. Gli zoidi sono compressi lateralmente, le gemmazioni sono esclusivamente distali e le file che si estinguono portano come gemma di testa un kenozoide (30 ×).
- Fig. 8. — Autosindrome di due branche con sovrapposizione parziale di zoidi (base della fotografia) e incremento di spinosità negli zoidi prossimi alla linea di fusione (25 ×).
- Fig. 9. — Gemmazione ternaria latero-distale. Uno zoide della terna ha invertito la direzione di accrescimento per riempire uno spazio vuoto tra le file adiacenti d autozoidi. Le strie di accrescimento (rigenerazioni della gimnocisti) sono forse dovute all'accrescimento allometrico dello zoide (40 ×).



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

- Fig. 1. — Gemmazione binaria di un autozoide isolato da una branca multiseriale, risultante in un nuovo autozoide e in un kenozoide. In evidenza anche la criptocisti con una doppia-tripla fila di granulazioni e bordo interno liscio (80 ×).
- Fig. 2. — Lo stesso zoide di Fig. 1. che evidenzia due septule laterali (di cui una di grandi dimensioni) e la base di una spina laterale cava (105 ×).
- Fig. 3. — Dietelle dell'arco latero-distale di uno zoide provviste di piastra multiporosa. I muri basali appaiono fortemente deformati dalle rugosità del substrato (120 ×).
- Fig. 4. — Gemmazione ternaria latero-distale. Sulla sinistra uno zoide terminale di una fila che si estingue comunica con lo zoide gemmato per mezzo di una dietella-ponte (freccia) (70 ×).
- Fig. 5. — Autozoide totalmente rigenerato con due morfe diverse da quella d'origine (due kenozoidi) (85 ×).
- Fig. 6. — *Electra* sviluppata attorno a filamenti algali emergenti dal substrato con zoidi in serie irregolarmente spiralate. Visibili septula uniporosi sul perimetro dei muri laterali (50 ×).